

(19) BÜNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 37 43 765 A 1

(51) Int. Cl. 4:  
**H 04 B 9/00**  
H 03 G 3/20  
H 03 F 3/08  
// H 03 G 3/30

(21) Aktenzeichen: P 37 43 765.8  
(22) Anmelddetag: 23. 12. 87  
(23) Offenlegungstag: 13. 7. 89

**DE 37 43 765 A 1**

(71) Anmelder:  
Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg, DE

(72) Erfinder:  
Drexler, Reiner, Dipl.-Ing. (FH), 8438 Berg, DE

(54) Optischer Empfänger

Optische Empfänger mit Transimpedanzverstärkern werden häufig mit unterschiedlichen Eingangspegeln betrieben. Eine für diese Anwendung vorzusehende Schaltungsanordnung für eine Dynamikregelung besteht z. B. aus einer am Eingang des Transimpedanzverstärkers angeschlossenen, vom Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers gesteuerten Lastimpedanz. Der mit einer solchen Lastimpedanz erzielbare Dynamikergewinn soll mit der neuen Schaltungsanordnung erweitert werden.

Hierzu ist am Eingang des Transimpedanzverstärkers eine Stromsenkschaltung angeschlossen, welche durch ein aus dem Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers abgeleitetes Steuersignal gesteuert ist.

Die Schaltungsanordnung eignet sich bspw. für optische Empfänger von Glasfaserübertragungsstrecken.

**DE 37 43 765 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen optischen Empfänger mit einem Transimpedanzverstärker, an dessen Eingang ein Photoelement und eine gesteuerte Lastimpedanz angeschlossen sind.

Eine solche Schaltungsanordnung ist z.B. aus der US-PS 44 15 803 bekannt. Es ist eine Photodiode mit dem Eingang eines Transimpedanzverstärkers verbunden. Der Transimpedanzverstärker ist ein Strom-Spannungswandler, welcher den Photostrom der Photodiode in eine proportionale Spannung wandelt. Transimpedanzverstärker bieten wegen eines niedrigen Eingangswiderstandes den Vorteil einer hohen Frequenz-Bandbreite. Damit die Empfangsschaltung mit unterschiedlichen Eingangspegeln betrieben werden kann, ist eine Dynamikregelung vorgesehen. Durch diese wird das Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers sowohl bei kleinen Eingangspegeln als auch bei hohen Eingangspegeln konstant gehalten.

Hierzu wird das Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers einem Regelverstärker zugeführt. Dieser Regelverstärker bildet aus der Spitzenspannung des Eingangssignals eine Gleichspannung. Überschreitet diese Gleichspannung einen vorgebbaren Spannungspegel, so wird eine am Eingang des Transimpedanzverstärkers angeschlossene Lastimpedanz so gesteuert, daß mit steigender Spitzenspannung des Eingangssignals der Widerstandswert der Lastimpedanz sinkt. Da die Photodiode mit der Lastimpedanz zusätzlich belastet wird, wird ein vom Verhältnis Eingangswiderstand des Transimpedanzverstärkers zu Widerstand der Lastimpedanz abhängiger Anteil des Photostroms durch die Lastimpedanz abgeleitet. Hierdurch wird der Eingangstrom des Transimpedanzverstärkers begrenzt. Die Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers steigt nur unterproportional zur Ausgangsleistung der Photodiode.

Diese Schaltungsanordnung erlaubt eine Dynamikerweiterung des Transimpedanzverstärkers über einen weiten Bereich. Bei sehr großen Differenzen der optischen Eingangspegel sind jedoch Signalverzerrungen, z.B. durch Übersteuerung des Transimpedanzverstärkers, nicht gänzlich auszuschließen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung der eingeschlossenen Art dahingehend weiterzubilden, daß der Dynamikbereich vergrößert wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß am Eingang des Transimpedanzverstärkers eine Stromsenkenschaltung angeschlossen ist, welche durch ein aus dem Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers abgeleitetes Steuersignal gesteuert ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben und erläutert.

Die Zeichnung zeigt einen optischen Empfänger, welcher moduliertes Licht in elektrische Signale wandelt. Das modulierte Licht wird über eine nicht dargestellte Glasfaser einer Photodiode 1 zugeführt. Die Anode der Photodiode 1 ist mit einer negativen Vorspannung  $-U_1$  vorgespannt. Die Kathode der Photodiode 1 ist mit dem Eingang  $-E$  eines Transimpedanzverstärkers 2 verbunden. Der Ausgang A des Transimpedanzverstärkers 2 ist einem Regelverstärker 3 zugeführt. Der Regelverstärker 3 besteht im wesentlichen aus einem invertierenden Vorverstärker 31 und einem ersten, als In-

tegrator beschalteten, Operationsverstärker 32. Überschreitet die Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers einen mit einer Vergleichsspannung am Operationsverstärker 32 vorgebaren Spannungspegel, so wird das Ausgangssignal des Regelverstärkers 3 positiv. Das Ausgangssignal des Regelverstärkers ist dem Steuereingang einer steuerbaren Lastimpedanz 4 zugeführt. Die Lastimpedanz liegt zwischen dem Eingang des Transimpedanzverstärkers 2 und einer positiven Betriebsspannung  $+U_3$ . Die Lastimpedanz ist im Ausführungsbeispiel die Basis-Emitter-Strecke eines Lasttransistors 40 mit Hochfrequenzeigenschaften, der Steuer-eingang der Basisanschluß dieses Lasttransistors 40.

Die Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers 2 ist dem Eingang einer Steuerschaltung 5 zugeführt, welche die Wechselspannungskomponente der Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers konstant halten soll. Hierzu ist der Eingang eines zweiten invertierenden Verstärkers 51 über einen Koppelkon-densator C mit dem Ausgang A des Transimpedanzverstärkers verbunden. Der Ausgang dieses Verstärkers 51 ist über eine Diode mit dem Eingang eines zweiten Integrators verbunden, dessen aktives Bauelement ein zweiter Operationsverstärker 52 ist. Zwischen Diode und Bezugspotential liegt ein Ladekondensator. Mittels dieser Schaltungsanordnung wird die Wechselspannungskomponente der Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers 2 gleichgerichtet und mit einer am nicht-invertierenden Eingang des zweiten Operationsverstärkers 52 verglichen. Der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers 52 ist zugleich der Ausgang der Steuerschaltung 5 und ist mit dem Steuereingang einer steuerbaren Stromsenkenschaltung 6 verbunden. Der Ausgang der Stromsenkenschaltung 6 ist mit dem Eingang des Transimpedanzverstärkers 2 verbunden. Bei Ansteuerung der Stromsenkenschaltung mit einem negativen Steuerpegel liefert die Stromsenkenschaltung 6 keinen Ausgangsstrom. Wird die Stromsenkenschaltung 6 hingegen mit einer positiven Eingangsspannung angesteuert, so ist der Ausgangsstrom proportional zu dieser Steuerspannung. Im Ausführungsbeispiel besteht die Stromsenkenschaltung 6 aus einem Transistor 60, dessen Basis den Steuereingang der Stromsenkenschaltung 6 bildet. Der Kollektor dieses Transistors 60 ist mit dem Eingang  $-E$  des Transimpedanzverstärkers 2, sein Emitter mit einer negativen Betriebsspannung  $-U_4$  verbunden.

Bei kleinen Signaleingangspegeln ist sowohl die Lastimpedanz als auch die Stromsenkenschaltung nicht ausgesteuert. Übersteigt die Gleichspannungskomponente des Ausgangssignals des Transimpedanzverstärkers die am nichtinvertierenden Eingang des ersten Operationsverstärkers 32 eingestellte Vergleichsspannung, so wird der Widerstandswert der Lastimpedanz verringert. Bei mittleren Signalpegeln ist der Gleichstromanteil des Photostroms noch so gering, daß auf einen Koppelkon-densator zwischen der Photodiode und dem Transimpedanzverstärker verzichtet werden kann. Bei hohen Eingangspegeln hingegen steigt dieser Gleichstromanteil, so daß der Transimpedanzverstärker durch ihn übersteuert werden würde. Die Vergleichsspannung ist daher so eingestellt, daß die Regelschaltung anspricht und durch einen Steuerstrom den Widerstandswert der steuerbaren Lastimpedanz 4 verringert. Hierdurch wird die Photodiode 1 zusätzlich belastet und der Eingangstrom des Transimpedanzverstärkers auf diese Weise verringert.

Da als steuerbare Lastimpedanz häufig die Basis-Emitter-Strecke eines Transistors verwendet wird, ist der kleinste Widerstandswert, den die Basis-Emitter-Strecke einnimmt, begrenzt. Ab einem bestimmten Eingangsspegl ist die Dämpfung des Eingangssignals durch die Basis-Emitter-Strecke selbst bei erhöhter Aussteuerung der Lastimpedanz nicht mehr zu steigern.

Bei hohen Wechselstromanteilen des Eingangssignals überschreitet die gleichgerichtete Wechselspannungskomponente der Ausgangsspannung die Vergleichsspannung  $U_2$ . Die Steuerschaltung 5 erzeugt in Abhängigkeit der Wechselspannungskomponente mittels der Stromsenkenschaltung einen Strom, welcher vom Eingang –  $E$  des Transimpedanzverstärkers wegfließt. Dieser Strom fließt hauptsächlich über die Basis-Emitter-Strecke des Lasttransistors 40.

Ein höherer Strom durch die Lastimpedanz verschiebt den Arbeitspunkt auf der nichtlinearen Kennlinie des Lasttransistors 40 und dessen dynamischer Arbeitswiderstand sinkt. Wegen des niedrigeren differentiellen Arbeitswiderstandes wird der Anteil des Photostromes, der durch den steuerbaren Lastwiderstand 4 abgeleitet wird, vergrößert und so einer Übersteuerung des Transimpedanzverstärkers 2 vorgebeugt. Hierdurch wird auch das Potential am Eingang des Transimpedanzverstärkers konstant gehalten, so daß auf einen Koppelkondensator zwischen Photodiode und Transimpedanzverstärker verzichtet werden kann.

Der Einsatzpunkt der Regelschaltung 5 liegt über dem Einsatzpunkt der Steuerschaltung 3, da bei niedrigem Eingangsspegl ein durch die Stromsenkenschaltung 6 abgeführter Strom das Eingangssignal mit einem Rauschen überlagert bei höheren Eingangsspegln ist diese Rauschleistung im Verhältnis zur Eingangsleistung vernachlässigbar.

Der Regelverstärker 5 wird vorzugsweise als Integrator ausgebildet, da hierdurch keine Regelfehlspannung entstehen kann. Gleichzeitig kann mit der Zeitkonstante der Integratoren die untere Eckfrequenz des optischen Empfängers festgelegt werden.

40

35

#### Patentansprüche

1. Optischer Empfänger mit einem Transimpedanzverstärker, an dessen Eingang ein Photoelement und eine gesteuerte Lastimpedanz angeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß am Eingang des Transimpedanzverstärkers eine Stromsenkenschaltung angeschlossen ist, welche von einem aus dem Ausgangssignal des Transimpedanzverstärkers abgeleiteten Steuersignal gesteuert ist.

45

2. Optischer Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ableitung des Steuersignals ein Regelverstärker verwendet wird, dessen Eingang mit dem Ausgang des Transimpedanzverstärkers und dessen Ausgang mit dem Steuereingang der Stromsenkenschaltung verbunden ist.

55

3. Optischer Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelverstärker ein Integrator ist.

60

4. Optischer Empfänger nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelverstärker eine Eingangsschwelle aufweist.

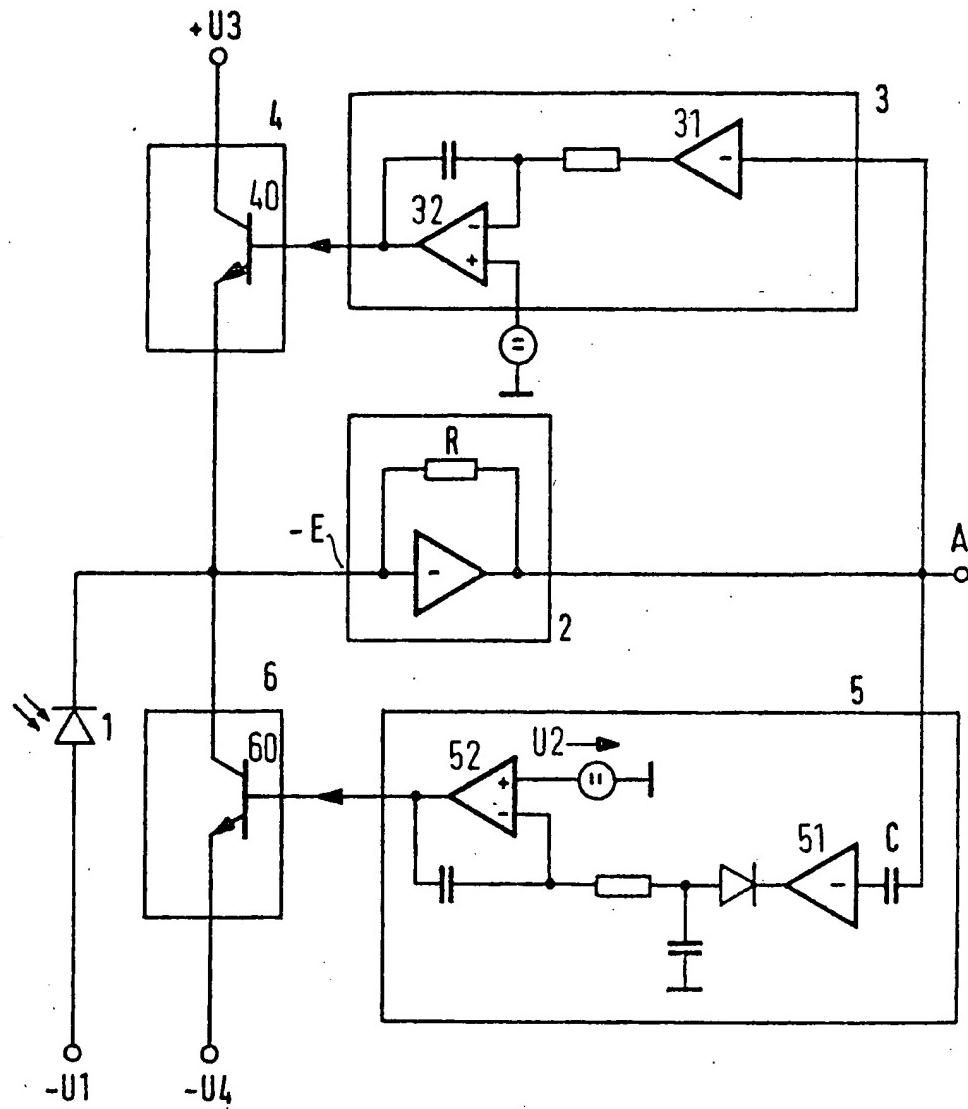
5. Optischer Empfänger nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromsenkenschaltung 6 aus einem Transistor 60 besteht.

65

Nummer: 37 43 765  
Int. Cl. 4: H 04 B 9/00  
Anmeldetag: 23. Dezember 1987  
Offenlegungstag: 13. Juli 1989

8\*

3743765



PHD 87 294

908 828/118